

APPEL D'OFFRES

AO N°129/2022/AO

**TRAVAUX DE POSE DE NOUVELLES CANALISATIONS DES RESEAUX D'EAU
POTABLE ET D'ASSAINISSEMENT SANS TRANCHEE
MARCHE CADRE FONÇAGE
AO EN 02 LOTS**

LOT H-1 & LOT H-2

PIECE N°3

CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES PARTICULIERES

NB : Le présent cahier de charges, visé par le soumissionnaire doit accompagner l'offre

SOMMAIRE

ARTICLE 1 - OBJET DU MARCHE	4
ARTICLE 2 - DISPOSITIONS GÉNÉRALES	5
1- Généralités	5
2- Contraintes Générales d'exécution.....	5
ARTICLE 3 : - Documents à établir par l'entrepreneur	6
1- Le mémoire technique.....	6
2 - Études / Dessins d'exécution & autres documents.....	9
3 - Dossiers de récolement.....	10
ARTICLE 4 : – Prestations à la charge de Redal	10
ARTICLE 5 - Mode d'exécution des travaux	11
a) Fonçage horizontal :.....	11
b) Forage dirigé horizontal	12
1- Détail général.....	13
2 - Terrassements Des Fouilles D'introduction Et De Réception	13
2 - 1 Débroussaillage et défrichage	13
2 - 2 Décapage et mise en dépôt de la terre arable	14
2 - 3 Chemins d'accès au chantier	14
2 - 4 Classification des fouilles.....	14
2 - 5 Excavations en Fouilles.....	15
2 - 6 Remblaiement des fouilles.....	18
2 - 7 Remblaiement des ouvrages.....	19
3 - Réfection Des Chaussées, Trottoirs Et Accotements	19
3.1 Réfection trottoirs non revêtus	19
3.2 Réfection Définitive de Chaussées Revêtues en Enrobé R1	20
3.3 Réfection de trottoir revêtues en béton	20
3.5 Réfection d'accotements non revêtus de chaussées revêtues.....	21
3.6 Réfection de trottoirs revêtus	21
ARTICLE 6 : – Fournitures.....	22
6.1 – Tuyaux en polyéthylène haute densité	22
6.2 - Bardage et stockage des tuyaux	25
6.3 - Transport et manutention	25
6.4 - Caractère alimentaire des matériaux et produits	26
6.5 – Garantie	26
6.6 - Conformité aux normes	27
6.7 - Références normatives pour:	27
ARTICLE 7 - CONTRÔLES & ESSAIS DE RÉCEPTION.....	28

1.	RÉCEPTION DES MATÉRIAUX & FOURNITURES.....	28
2.	CONTRÔLES REDAL EN COURS DE TRAVAUX.....	29
3.	ESSAIS SUR LA QUALITÉ DES TUYAUX.....	30
	Généralités.....	30
	Tuyaux béton.....	30
	Tuyaux fonte.....	31
	Tuyaux PEHD.....	32
	Tuyaux acier.....	34
4.	ESSAIS SUR ACIERS POUR BÉTON ARMÉ.....	36
5.	ESSAIS SUR LES BÉTONS.....	36
	Nature des essais et du contrôle.....	36
	Déroulement des essais.....	36
	Caractéristiques demandées.....	37
6.	ESSAIS SUR LES REMBLAIS.....	38
	Avant commencement des travaux.....	38
	En cours d'exécution des travaux.....	39
7.	CONTRÔLE DES TRAVAUX DE RÉFECTION DE CHAUSSÉES.....	39
8.	EPREUVES DES CONDUITES SOUS PRESSION.....	39

ARTICLE 1 - OBJET DU MARCHE

L'affectation des lots n'est pas conditionnée d'une délimitation ni affectation préalable d'une localité ou d'un périmètre géographique.

Le présent Appel d'offres a pour objet la réalisation des travaux de pose de nouveaux canalisations hydrauliques sans tranchée en fonçage horizontal ou forage dirigé en passant éventuellement sous des obstacles (chaussées, bâtiments, chemin de fer, autoroute, etc ...) sans intervenir directement sur ces obstacles.

Cette technique de fonçage est utilisée à chaque fois qu'il faut éviter les perturbations aux édifices et équipements de surface, les déblais sont extraits au fur et à mesure, ces éléments sont emboîtés ou soudés grâce à un rail de guidage.

Le domaine d'application de cette technique sans tranchée, au vu de ses avantages multiples, est très large : franchissement d'obstacles naturels (fleuve, rivière, oued, etc.), franchissement de voiries (chemin de fer, autoroute, route, avenue, rue, etc.), franchissement de bâtiments, pose en milieu urbain et plus particulièrement dans les zones sensibles et exigües (ruelles de médina, zone commerçante, proximité écoles, hôpital, lieu de prière, revêtement neuf de voirie etc.)

Les axes pouvant être concernés par ces travaux de fonçage / forage objet de cet appel d'offres sont :

- Voies ONCF, TramWay, ADM, ONEE
- Routes nationales , Boulevard Mohamed 6/ Boulevard Mohamed 5/ Boulevard Zaeer/ Route Meknes/ Route Ain Houala/ Route Mansour Eddahbi/ Tarik Ibn Ziad/ Imam Malek, routes régionales...

D'une manière générale, toutes les voies sensibles empruntées par les plus hautes autorités.

Les travaux « sans tranchée » objet du présent Marché doivent garantir la sécurité de la circulation des trains et véhicules au cours du fonçage et le maintien de la voie ferrée et l'autoroute en exploitation et dans les meilleures conditions de sécurité. Et

Pendant toute la durée des travaux de fonçage, l'entrepreneur aura à sa charge toute intervention pour correction du nivellement, dressage de toutes les côtes de la voie par une équipe spécialisée et agréé par l'ONCF et l'ADM

Les travaux de fonçage seront réalisés sans ralentissement des trains. Tout retard apporté aux trains sera facturé à l'entreprise.

ARTICLE 2 - DISPOSITIONS GENERALES

1- Généralités

Dans le cas de travaux sans tranchée, l'entreprise devra :

- Respecter la réglementation en vigueur ;
- Respecter les contraintes imposées par le terrain, les réseaux divers existants ;
- Respecter l'organisation globale du chantier (coordination des travaux) ;
- Assurer l'ouverture des fouilles d'entrée, de sortie ;
- Assurer l'ouverture des fouilles intermédiaires en cas de programmation concertée ;
- Réaliser le fonçage/forage dirigé dans le respect des règles et des normes ;
- Réaliser les travaux de construction des ouvrages GC nécessaires ;
- Fourniture, transport et pose de conduites PEHD de différents diamètres avec tous les adaptateurs et pièces et leurs jonctions à la demande du client : FTP et pose de conduite PEHD à l'intérieur des fourreaux et toute demande de Redal ;
- Évacuer les déblais en décharge suivant la réglementation ;
- Remblayer, compacter les fouilles citées plus haut y compris celles éventuellement nécessaires à l'ancrage de la machine ;
- Remettre les plans de récolement avec toutes les indications utiles ;
- Remettre le chantier dans l'état initial ;
- Rédiger un procès-verbal de fin de chantier comportant les résultats des contrôles et les indications de chantiers.
- Réaliser les sondages géotechniques nécessaires à l'obtention des autorisations des organismes concernés et à l'étude d'exécution du projet.

**En cas d'échec dans la réalisation du fonçage, aucune rémunération ne sera accordée.
L'entrepreneur ne pourra prétendre à aucune indemnité pour perte de matériel.**

2- Contraintes Générales d'exécution

Cet article est destiné à informer l'Entrepreneur des contraintes et difficultés d'exécution auxquels sont soumis les travaux et attirer son attention sur les moyens et le matériel qu'il doit mettre en œuvre pour mener à bien l'opération dans le plus grand intérêt de la Redal et de sa propre Entreprise.

Les contraintes sont de types et de natures multiples et résultent entre autres :

- De la topographie et de l'architecture horizontale du réseau de voirie qui est dans certains cas composé de voies à faibles gabarits de passage ;
- De l'encombrement du sous-sol par la présence des réseaux d'eau potable, d'assainissement, électriques (câbles moyenne tension), téléphoniques ainsi que le réseau d'eau traditionnel ;
- De la destination des revêtements de sol en dalles et pavés de pierres taillées qui sont considérés comme des éléments architecturaux ;
- Des difficultés d'accès et de stockage des matériaux et équipements ;

- De l'impératif de préserver les structures des bâtiments, édifices et monuments contre les dégradations et dommages qui pourraient les fragiliser, la destruction et les salissures diverses ;
- De la mise en œuvre des dispositifs de blindage et d'étais des parois de fouille compte tenu de la nature des sols, de la profondeur de fouille et des risques éventuels vis à vis des bâtiments existants (effondrement, apparition de fissures, etc.) ;
- De par ce qui précède des difficultés d'exécution dans l'embarras des étais ;
- Des mesures de prévention et de protection destinées à préserver la libre circulation et la sécurité des personnes, l'exercice du commerce et les pratiques religieuses ;
- De l'obligation d'assurer aux exploitants l'accès à tout moment et en tous lieux aux équipements des réseaux ;
- Des précautions à prendre pour préserver les ouvrages enterrés contre la destruction et de toute atteinte préjudiciable à leur bon fonctionnement.

ARTICLE 3 : - Documents à établir par l'entrepreneur

1- Le mémoire technique

L'Entrepreneur fournira systématiquement un mémoire technique qui détaillera en particulier :

- Le schéma d'aménagement des installations de chantier nécessaires à la réalisation du chantier de forage dirigé ou fonçage en tenant compte des angles d'attaque et de sortie du forage ou fonçage, et le cas échéant, d'un pré-assemblage des éléments de la canalisation ; fonction de la nature du matériau de la canalisation et du système d'assemblage l'Entrepreneur fournira en particulier des croquis précisant les dimensions (longueur, largeur, profondeur) des fouilles des puits d'introduction et de réception,
- Le bilan de puissance maximale des installations et des sources d'énergie nécessaires,
- Les études **Géotechniques et Hydrogéologiques et d'agressivité du sol** et autres investigations (sondages, profils pénétrométriques, etc.) nécessaires pour vérifier la faisabilité technique du projet et pour obtenir les autorisations des organismes concernés (ONCF , ADM ,ONEE)

NB : l'entreprise doit assurer la présence d'un géotechnicien pour le suivi des travaux.

- L'entrepreneur doit fournir une note de calcul (approuvée par un bureau d'étude agréé) de la classe de la conduite, du blindage des puits de fonçage et de la butée de fonçage en tenant compte de la nature de la conduite, la profondeur, la nature des remblais, la surcharge ONCF, la nappe si il y a lieu et la longueur du fonçage.
- La nature et les caractéristiques des matériaux et, en particulier, des tuyaux et pièces constitutifs de la canalisation à mettre en œuvre avec justification du dimensionnement

mécanique (protection extérieure, résistance à l'effort de traction, étanchéité, mode d'assemblage entre 2 éléments et protection mécanique le cas échéant, prise en compte de la nature des sols, des charges et des surcharges à supporter, déviations admissibles des assemblages rayon de courbure minimal suivant les angles d'attaque et de sortie du forage, mode d'accrochage sur la tête de forage, tête d'alésage, nombre de passage de l'aléseeur, mode d'accrochage des éléments de canalisation sur la tête d'alésage, etc.)

- Le procédé technique utilisé et les matériels associés pour le forage ou le fonçage et la pose de la canalisation, notamment : type de la machine de forage ou fonçage et les caractéristiques techniques, caractéristiques des têtes de forage et d'alésage, méthode de creusement (angle d'attaque et de sortie, réalisation de tir pilote, longueur de chaque tronçon foré et nombres de puits d'introduction et de sortie, les dosages en boue de forage (bentonite) et leur maîtrise en fonction de la nature du sous-sol considéré, l'injection, le recyclage de cette boue et l'évacuation vers des décharges appropriées, l'alésage jusqu'au diamètre extérieur de la canalisation augmenté d'un minimum de 10%, les paramètres de forage (poussées et traction, vitesse de rotation des tiges, débit et pression d'injection de la bentonite, le système de guidage et de correction de la trajectoire en X,Y,Z ainsi que la précision relative, les contrôles et essais en matière de vérification de repérage, le mode d'assemblage et de mise en place des tuyaux constitutifs de la canalisation, etc.,
- Les interactions « sol-creusement » et « sol-fourreau », une note de calcul sera fournie et une justification sera apportée démontrant l'évitement de tout désordre vis-à-vis des aménagements et ouvrages en surface,
- Les procédés d'exécution des puits d'introduction et de sortie ainsi que les moyens appropriés de maintien des parois et de mise hors eau de ces fouilles,
- Les modalités d'évacuation des déblais après décantation ou traitement éventuel et les dispositions pour garantir le maintien de la propreté des voies de circulation empruntées jusqu'aux décharges appropriées,
- Les fiches-produits des différentes fournitures (tuyaux, pièces de raccord, systèmes de jonction, joints, boue de forage, etc.) ; en particulier, l'entrepreneur détaillera ses procédures et modes opératoires de soudage au miroir ou par électro fusion, le système de qualification de ses opérateurs et leur liste nominative, les contrôles et les essais pour démontrer la conformité technique des soudures ou électro soudures ainsi que, le cas échéant, les équipements dont il dispose pour supprimer le bourrelet intérieur des soudures au miroir,
- Les modalités de pose de la canalisation à l'intérieur des différents puits pour liaisonner les différents tronçons posés de part et d'autre, en précisant notamment les modalités de support de la canalisation pour éviter tout risque de cisaillement, les modalités d'assemblage pour assurer la continuité et reprendre, le cas échéant, les efforts de dilation et de retrait de la canalisation ainsi que le montage des pièces spéciales et des équipements spécifiques (robinets vannes, etc.) avant le remblaiement des différents puits.

- Les modalités de suppression de prises sur l'ancienne conduite, le cas échéant et les reports sur la nouvelle conduite en précisant les fournitures et modes opératoires documentés (colliers, robinets de prise, robinets vannes, manchons de connexion, raccords, etc.)
- La cadence journalière d'avancement escomptée et le planning général, y compris le montage et le démontage du matériel et le repli complet de l'atelier de forage dirigé ou fonçage.
- Les procédures en cas d'incidents de chantier, d'imprévus liés à la nature du sol rencontré (présence de blocs, fondations ou ouvrages existants, usure anormale des outils de forage et d'alésage, présence de nappe phréatique, etc.),
- Les procédures en cas de tassements différentiels ou de soulèvements de surface suspects compte tenu des aménagements et des ouvrages en surface.
- L'adoption de la méthode de travaux sans tranchées (forage dirigé horizontal, fonçage) pour le franchissement d'obstacles (Rivières, Autoroutes, Routes, Voies urbanisées et commerçantes, Voies ferrées, Voies de communication, Feeders, ...) est laissée au libre choix de l'entreprise. Toutefois, elle sera soumise à l'approbation du maître d'œuvre et des Services Techniques Concernés par l'ouvrage traversé et devra être adaptée au terrain. En cas de refus ou d'inaptitude de la méthode proposée, l'entrepreneur ne pourra prétendre à aucune indemnité.
- Le fourreau utilisé le cas échéant pour la réalisation de ce fonçage/forage (fonçage-forage à la tarière) sera en **acier**, et en béton armé âme tôle pour les traversées sous voies ferrées (protection contre les courants vagabonds, et contre l'agressivité de sol); l'entrepreneur vérifiera la compatibilité de la méthode avec la nature du terrain.
- En cas d'échec dans la réalisation du fonçage/forage, aucune rémunération ne sera accordée. L'entrepreneur ne pourra prétendre à aucune indemnité pour perte de matériel.
- Tous les travaux sans tranchée seront exécutés par des ouvriers spécialisés dans ce domaine, sous la direction d'un Ingénieur et/ou conducteur de travaux et d'un Chef de chantier expérimentés. L'Entrepreneur sera tenu d'apporter sur le chantier un matériel suffisant et adapté à la bonne exécution des travaux.
- Dans son offre, l'entrepreneur détaillera sur son plan d'installation et au moyen de croquis appropriés :
 - L'installation de la machine de forage et de son atelier,
 - Les dimensions de l'avant trou de l'introduction des tiges,
 - Les dimensions des puits d'introduction de réception,
 - La protection des fouilles,
 - Les dispositifs d'entourage et de signalisation des fouilles.

- L'Entrepreneur détaillera les caractéristiques du système d'assemblage et en particulier sa compatibilité avec les forces de tirage, ceux des équipements utilisés, ses modes opératoires, la qualification de ses opérateurs, etc.

- L'attention de l'Entrepreneur est attirée sur le fait que, considérant les caractéristiques mécaniques de chaque nature de canalisation, il est impératif d'en respecter les valeurs limites, en particulier la force de traction déployée par les machines de forage dirigé.

- L'Entrepreneur détaillera dans les notes techniques contenues dans son mémoire technique les justifications calculatoires relatives à la conformité des forces de tirage déployées vis-à-vis des caractéristiques intrinsèques des matériaux de canalisation employés.

2 - Études / Dessins d'exécution & autres documents

L'entrepreneur aura à sa charge toutes les études touchant aux procédés de fonçage/forage. Il devra soumettre les plans d'exécution à l'examen de Redal 15 jours au moins avant la réalisation, et fournira en justification (en trois exemplaires) tous les documents utiles tels que notes de calcul, fiches techniques, etc. Redal pourra, le cas échéant, formuler des réserves et demander des modifications que Redal use ou non de cette possibilité, l'entrepreneur conservera néanmoins l'entière responsabilité des procédés mis en œuvre.

L'entrepreneur devra soumettre son procédé de fonçage/forage à l'agrément des services techniques de L'ONCF, l'ADM, ONEE....

Pour tous les documents techniques, l'entrepreneur est tenu d'utiliser le système métrique et les unités de mesure s'y rattachant. Il fournira lesdites pièces, en langue française, qui seule fera foi.

En particulier, l'entrepreneur devra s'assurer de la stabilité des ouvrages pendant les diverses phases de réalisation. Il apportera notamment les ultimes précisions touchant le programme détaillé des commandes et des livraisons du matériel et des fournitures.

Le personnel de l'entreprise est tenu de se conformer aux dispositions réglementaires de sécurité concernant l'exécution des travaux à proximité ou sur et sous les voies ferrées / autoroute...

Les travaux risquant d'engager la sécurité routière ou ferroviaire, l'entrepreneur ne peut entreprendre un travail quelle qu'en soit la nature, que s'il a reçu préalablement l'autorisation des organismes responsables des infrastructures faisant partie de la zone des travaux.

L'entrepreneur réalisera à sa charge tous les détails d'exécution dont il aura besoin pour finaliser les études d'exécution. En particulier les plans de béton armé des différents ouvrages et les sondages préalables lui permettant de situer de façon précise, tant en planimétrie qu'en altimétrie, les réseaux enterrés ainsi que l'obtention des autorisations

nécessaires. Les plans et notes de calculs correspondant à ces détails seront réalisés par l'entrepreneur.

Redal les remettra après vérification à l'entrepreneur revêtu de la mention "BON POUR EXECUTION", dans un délai de 15 jours ouvrables suivant la fourniture par l'entrepreneur de ces plans assortis des notes de calcul correspondantes ou, le cas échéant, lui fera connaître ses observations.

Les plans non munis du cachet "BON POUR EXECUTION" ne seront pas exécutoires et ne pourront en aucun cas justifier une réclamation quelconque de la part de l'entrepreneur.

Tous les plans, croquis et dessins qui seront remis revêtus de la mention "BON POUR EXECUTION" seront exécutoires : ils entraîneront l'obligation pour l'entrepreneur de se conformer strictement aux dispositions qu'ils contiendront.

3 - Dossiers de récolement

L'Entrepreneur adressera à Redal en **3** (trois) exemplaires le dossier de récolement (papier et sur fichier numérique) avant la réception provisoire des travaux.

Redal retournera à l'Entrepreneur un jeu de plans avec ses commentaires. En l'absence de commentaires, ou sans réponse écrite, les documents sont considérés conformes à l'exécution.

L'Entrepreneur intègre ces commentaires et adresse à Redal **5** (Cinq) nouveaux exemplaires des documents et une copie sur CD rom sous forme de fichiers DXF ou DWG rattaché en (X,Y,Z)

Le dossier de récolement comprendra les plans définitifs suivants :

- Un plan de situation d'ensemble des travaux à l'échelle 1/2000 ;
- Les plans de tracé des canalisations à l'échelle 1/500 ;
- Les plans de profils en long des canalisations à l'échelle 1/1000 – 1/100 ;
- Les plans de détail d'exécution des ouvrages à l'échelle variant de 1/10 à 1/50 ;
- Les déviations définitives de réseaux éventuellement réalisées par l'Entrepreneur ;
- Le cas échéant, les manuels d'entretien et notices techniques des matériels mis en place.

**Le dossier de récolement doit respecter «LA CHARTE DU DOSSIER DE RECOLEMENT »
jointe aux pièces de l'AO.**

ARTICLE 4 : – Prestations à la charge de Redal

Redal assure les prestations suivantes :

- La mise à disposition des terrains nécessaires à l'exécution des travaux ;
- Les autorisations concernant l'occupation de la voirie et des déviations de la circulation ;
- Les procédures concernant les autorisations de franchissement de propriétés privées, le passage sur ou à proximité d'ouvrages dépendant de l'Administration ou des différents offices ;

- Les branchements d'eau potable ou d'électricité provisoires, les coûts de ces branchements, ainsi que les consommations, étant à la charge de l'Entrepreneur.

ARTICLE 5 - Mode d'exécution des travaux

a) Fonçage horizontal :

Ce procédé est spécialement conçu pour réaliser des travaux de forages horizontaux avec fonçage des gaines de protection, de diamètre nominal généralement de 45 mm à 2000 mm.

L'opération consiste à pousser une gaine dans le sol et à extraire les déblais au fur et à mesure par système de vis hélicoïdales.

Deux techniques peuvent être mises en œuvre :

Fonçage-forage par tarière

Elle consiste à pousser horizontalement un tube en acier à l'intérieur duquel une mèche solidaire d'une vis sans fin perce le front d'attaque et évacue les déblais vers la base de travail, sans que l'homme ait à pénétrer à l'intérieur de la gaine en cours de passage.

Ce procédé ne peut être envisagé qu'en sol tendre et homogène. Les diamètres qui lui sont compatibles sont compris en général entre 400 et 1 200 mm, avec des portées d'une quarantaine de mètres.

C'est un procédé simple et assez rapide qui est intéressant lorsque la nature du sol s'y prête, que la gaine acier est acceptable et que la précision n'est absolument pas nécessaire.

Le fonçage de barres pilotes (variante complémentaire du forage à la tarière) peut être utilisé il consiste à foncer une barre pilote guidée par un dispositif optique ou laser dont la précision est millimétrique ; c'est en général la première phase d'un forage à la tarière lorsqu'il faut respecter une trajectoire rectiligne précise. La tarière est ensuite raccordée aux tiges mises en place qui servent de guide ; cette variante du fonçage à la tarière permet donc un contrôle optimal de la trajectoire.

Quoique cette technique par fonçage à la tarière soit utilisée dans certains cas dans le domaine des petits diamètres (≤ 400 mm), elle est remplacée avantageusement par d'autres procédés de fonçage similaires, en particulier :

- Fonçage à la fusée, consistant à réaliser un tunnel par refoulement et compression du sol au moyen d'un outil pneumatique constitué d'un cylindre à l'intérieur duquel un marteau se déplace et frappe une tête-enclume tronconique et à poser une conduite ou un fourreau de diamètre compris entre 45 et 300 mm sur des distances variant entre 5 et 25 m.
- Battage de tubes ouverts ou pousse-tubes à l'aide d'un « marteau » pneumatique ou fusée, les tubes étant en général en acier de 3.6 ou 12 m devant être soudés à mesure de l'avancement et le « décrochage » terme désignant la fonction d'enlèvement des déblais

qui remplissent le tube se réalisant selon le diamètre soit par curage à l'eau sous pression, soit à l'air comprimé, soit par une tarière.

Fonçage par poussée

Cette technique correspond à ce qu'il conviendrait d'appeler les « véritables fonçages ».

Les diamètres concernés sont de 1 000 mm et au-delà. Le 800 mm qui était la limite inférieure

Le fonçage se fait en poussant des éléments de tuyaux à partir d'un puits de travail. En tête de l'attaque se trouve une trousse dont le diamètre est adapté au diamètre extérieur des tuyaux.

Lorsque les efforts de poussé à partir du puits de travail sont trop importants, soit en raison de la nature du terrain, soit en raison de la longueur du forage, on installe entre deux trains de tuyaux une station dite « intermédiaire » qui comporte des vérins de poussé et qui permet à l'ensemble de progresser en « chenille », la station intermédiaire poussant le train avant en s'appuyant sur le train arrière, puis s'effaçant pour permettre au train arrière d'avancer sous la poussée des vérins du puits de travail et ainsi de suite.

Lorsque le fonçage a atteint son terme, on retire la trousse d'attaque à partir d'un puits d'extrémité dit « puits de sortie », qui, en général, est aménagé ensuite en chambre de visite.

b) Forage dirigé horizontal

Cette technique consiste à forer un trou pilote par une tête dirigeable poussée par un train de tiges creuses.

La tête munie d'une sonde émettrice est suivie depuis le sol et donne en permanence sa position en trois dimensions et son orientation.

La foration doit donc être contrôlée et pilotée depuis la surface par un récepteur.

On procède simultanément à l'injection de bentonite liquide (ou polymère) pour favoriser le creusement du tunnel.

Dès que la tête de forage est visible à l'autre extrémité, elle est remplacée, au bout du train de tiges, par un trépan évaseur, auquel est lui-même accroché le premier tuyau à poser.

Au fur et à mesure du tirage de la conduite, un nouveau tuyau est assemblé sur le précédent. Le procédé d'assemblage doit garantir la tenue des raccords et éviter tout risque de rupture dus à l'effort de traction exercé lors du tirage

La technique peut utiliser le compactage pour les sols cohérents et peu durs et le fraisage pour ceux rocheux massifs.

Dans tous les cas, l'objectif consiste à réaliser dans le sol un tunnel stable dans lequel l'ouvrage sera mis en place. La pose de la conduite de plusieurs natures (PE, acier, fonte, etc.) est exécutée par la traction de ceux-ci au retour du train de tiges après passages éventuels de plusieurs réalésages successifs.

Les principales phases d'un forage dirigé sont :

- La préparation des fouilles d'introduction et de réception,
- Le forage d'un tube pilote,
- Le suivi et la correction de la trajectoire,
- L'alésage du trou foré autant que nécessaire,
- La mise en place de la conduite ou du câble.

1- Détail général

La technique de travaux sans tranchées ci-dessus détaillés comprend en général :

- 1) La réalisation de puits de travail (de forage ou de poussée) fortement blindés;
- 2) La réalisation de puits d'arrivée (ou de sortie) blindés;
- 3) La fixation à une cote définie par le projet d'une cavité cylindrique destinée à recevoir les éléments de canalisation
- 4) La mise en place par poussage de la conduite définitive, suivant le type de machine dans l'alvéole précédemment creusée

L'Entrepreneur aura à sa charge l'ensemble de l'aménagement du chantier. L'entrepreneur aura également à sa charge, en fin de chantier, le repliement du matériel, l'évacuation des matériaux non utilisés et la démolition des installations de chantier.

L'entrepreneur devra fournir et installer tout le matériel nécessaire au balisage de jour comme de nuit du chantier. Outre la signalisation de ses chantiers, l'entrepreneur pourra être tenu de mettre en place une signalisation particulière sur les itinéraires routiers que ses camions ou ses engins seraient amenés à parcourir fréquemment. Les dispositions correspondantes seront soumises à l'agrément de Redal, sans que cela atténue en rien la responsabilité de l'Entrepreneur.

2 - Terrassements Des Fouilles D'introduction Et De Réception

Considérant que la technique de forage dirigé ou du fonçage est dite « sans tranchée », les seuls terrassements y compris les travaux préparatoires éventuels de débroussaillage et de défrichage, les déconstructions de voirie, etc. ne concernent qu'une partie infime du projet. Sont considérées les fouilles ou puits d'introduction et de réception-tirage des différents tronçons de forage dirigés, celles pour les reports de branchement et les différents raccordements sur le réseau existant le cas échéant, celles relatives aux différents équipements et ouvrages connexes à la canalisation telles que les chambres de vannes, de ventouses et décharges, etc.

2 - 1 Débroussaillage et défrichage

L'Entrepreneur procède avant tout travaux de terrassement au débroussaillage et au défrichage des emprises des fouilles nécessaires (puits d'introduction et de réception des différents tronçons du forage dirigé, reports de branchements le cas échéant,

raccordements, etc.), et le cas échéant, des pistes d'accès et des terrains mis à disposition par Redal pour l'installation du chantier, le stockage du matériel et des déblais réutilisés.

Le débroussaillage et le défrichage consistent en l'abattage, la coupe, l'arrachage et l'enlèvement de tous les arbres, arbustes, broussailles, racines et toute autre végétation située sur l'emprise du chantier. Le déplacement des arbres (déplantation et replantation) doit être exécuté après accord et suivant les recommandations et exigences des services responsables.

Cette opération doit être conduite de telle manière à prévenir tout dommage aux arbres conservés et aux installations ou aux constructions existantes.

Tous les talus, dépressions consécutives à l'opération, devront être remblayés avec des matériaux convenables et compactés pour se conformer avec la surface du sol environnant. Au cas où des arbres doivent être abattus, le bois récupéré reste la propriété de Redal.

2 - 2 Décapage et mise en dépôt de la terre arable

Les terrains non revêtus situés directement sur l'emprise des fouilles, sont décapés à la lame sur une hauteur de 20 cm.

La terre arable et les pierrailles de surface ainsi recueillies sont mises en dépôt dans l'emprise du chantier en vue de leur réutilisation comme remblai final.

L'utilisation de la terre arable comme remblai permanent est proscrite.

2 - 3 Chemins d'accès au chantier

Les chemins et pistes d'accès au chantier sont réalisés par l'Entrepreneur et à ses frais avec l'agrément et l'autorisation préalable de Redal et des autorités compétentes.

L'aménagement du site à cet effet et son occupation ne doivent pas compromettre ou restreindre les conditions d'exploitation des ouvrages et équipements éventuellement préexistants.

Les modifications qui peuvent être apportées au terrain naturel ne doivent pas entraver l'écoulement naturel des eaux et le passage habituel des personnes autorisées.

La remise en état des lieux en fin de chantier est assurée par l'Entrepreneur et à ses frais.

2 - 4 Classification des fouilles

Les fouilles sont classées comme suit :

1 – Fouilles en terrain ordinaire

Les matériaux des fouilles en terrain ordinaire peuvent être excavés au moyen de pelles (éventuellement mécaniques) et pioches. Ces matériaux ne nécessitent ni l'emploi de compresseur, ni l'emploi d'explosif.

2 – Fouilles en terrain rocheux

Les matériaux des fouilles en terrain rocheux, sont composés de rocher franc et compact (conglomérat dur, grès en formation sous forme de bancs calcaire dur, etc.) nécessitant le recours systématique au brise roche hydraulique monté sur pelle ou au marteau piqueur pneumatique, le dynamitage étant proscrit.

Les fouilles en terrain rocheux comprennent l'enlèvement et la mise en décharge des blocs rocheux retirés des différentes excavations.

2 - 5 Excavations en Fouilles

1 – Reconnaissance et sondage

Avant tous travaux, l'Entrepreneur doit s'assurer de la position des ouvrages qu'il est susceptible de rencontrer (Eau, Électricité, Téléphone, etc.). Une enquête préalable est effectuée auprès des différentes administrations. Lorsque l'exactitude des plans est incertaine l'Entrepreneur doit à ses frais effectuer des sondages de reconnaissance, et ce, après approbation de Redal.

Les sondages doivent être immédiatement remblayés à l'exception de ceux qui sont rapprochés des terrassements généraux en tranchée. Ils font l'objet d'une protection réglementaire par balises ou par des gardes corps.

2 – Travaux d'excavation

Les moyens à mettre en œuvre et les modes d'exécution sont laissés à l'initiative de l'Entrepreneur, cependant Redal se réserve toutefois le droit de refuser toute disposition qu'il juge inapte ou dangereuse.

Lors de l'exécution des terrassements, l'Entrepreneur doit prendre toutes les dispositions nécessaires et conformes aux règles de l'Art pour assurer le bon achèvement des travaux. Il prend donc à sa charge :

- Le déroctage et toute autre disposition qui permettent de fragmenter ou d'ameubler les terrains rocheux ou très durs ;
- Les équipements (étais, blindages, etc.) qui assurent tant la sécurité du personnel que la possibilité d'exécuter correctement des fouilles prévues ;
- Les dispositifs qui permettent la bonne conservation des ouvrages et canalisations (revêtements, ancrages, joints, barbacanes, drainage, consolidation, stérilisation des terres, etc.) ;
- L'entretien des fouilles depuis leur ouverture jusqu'à leur remblaiement (le relèvement des éboulements est à la charge de l'Entrepreneur) ;
- La protection de son chantier contre les eaux de ruissellement. Il doit disposer des moyens nécessaires aux épuisements des venues d'eaux de toutes natures quel qu'en soit le débit ;
- La protection des fouilles afin d'éviter aux tiers tout accident du fait de leur présence.

L'Entrepreneur doit réaliser les terrassements de telle manière que les surfaces restant disponibles soient suffisantes pour les besoins du chantier et la circulation des personnes. L'Entrepreneur ne peut condamner d'une façon permanente l'accès d'une (à une) voie sans l'autorisation préalable des Autorités Responsables et de Redal. Il doit mettre en œuvre tous

les moyens adaptés aux conditions de sécurité du chantier et des personnes comprenant les dispositifs provisoires de franchissement des tranchées tels que passerelles, platelages de couverture, et les équipements de protection tels que garde-corps, clôture ou tout autre dispositif.

Lors d'interventions à proximité de câbles, réseaux publics ou privés, l'Entrepreneur est tenu d'informer préalablement le propriétaire de l'Ouvrage. L'Entrepreneur demeure responsable des frais de réparations des conduites d'eau, des câbles souterrains Redal et d'autres opérateurs, des installations publiques ou privées, qui auraient subi des avaries lors de l'exécution des travaux.

Les réseaux existants rencontrés à l'intérieur de la fouille sont protégés contre toute atteinte qui peut être préjudiciable à leur bonne conservation.

Dans les cas extrêmes, certains réseaux pourront être déposés, puis remis en place après la réalisation des fouilles.

3 – Soutènement et blindage des fouilles

L'Entrepreneur est tenu de blinder, d'étrésillonner et d'étayer les fouilles chaque fois que les risques d'effondrement, les règles de l'art ou la réglementation en vigueur le requièrent. Les travaux de blindage sont nécessaires dans les cas suivants :

- Profondeur supérieure à 1.3 m ;
- Terrain instable ou sans cohésion ;
- Poussée des terres, quelle que soit la profondeur, activée par des surcharges roulantes ou des bâtiments.

En fonction de la nature des terrains rencontrés, l'Entrepreneur est tenu de mettre en place les soutènements appropriés (blindage jointif ou semi jointif, palplanches, etc.) nécessaire à la stabilité des parois de la fouille. Ce soutènement sera soumis à l'approbation de la Redal.

L'ouverture de tranchée talutée (généralement interdite) est soumise à l'approbation de la Redal. Cette ouverture fera l'objet d'une étude technique détaillée, à la charge de l'Entrepreneur, ainsi qu'une estimation du coût y afférent. Cette ouverture devra faire l'objet d'un ordre de service particulier.

Les travaux de terrassement pouvant compromettre la stabilité des bâtiments situés à proximité des excavations, l'Entrepreneur doit prendre toutes les mesures conservatoires provisoires ou définitives pour préserver la solidité des structures.

4 – Épuisement des fouilles

S'il en est requis, l'Entrepreneur devra étudier, fournir et faire fonctionner des systèmes d'assèchement ou de rabattement de nappe, tels que pointes filtrantes ou tout autre procédé. Le dispositif devra être soumis à l'approbation de Redal. Les systèmes comprendront tous les dispositifs nécessaires pour la collecte et l'évacuation de toutes les eaux pénétrant dans les zones à assécher.

5 – Aires des fouilles

Lorsque la place est disponible, les déblais provenant des fouilles, dans la mesure où ils doivent être réutilisés comme remblai, sont rangés en cordon le long de la fouille (en principe d'un seul côté de celle-ci), en ménageant un passage minimum de 1 m entre le bord de fouille et le cordon.

En cas de difficultés d'accès et du faible gabarit de passage des voiries, l'Entrepreneur doit prévoir des aires provisoires de dépôt et de stockage sur des sites qui lui apparaissent le plus favorable pour la distribution et l'organisation du chantier.

Ces aires sont réservées avec l'accord des Autorités Responsables dans des zones où elles ne constituent pas une gêne évidente pour les riverains.

Dans le cas où tout ou partie du remblai de la fouille doit s'effectuer avec un matériau d'apport, le matériau de déblai excédentaire doit être immédiatement et au fur et à mesure de l'excavation évacué dans une décharge agréée par Redal.

6 – Démolition d'ouvrages

L'Entrepreneur doit attendre l'accord de Redal pour la démolition de tout ouvrage découvert lors des fouilles.

Les moyens à mettre en œuvre pour la démolition de maçonnerie existante sont laissés à l'appréciation de l'Entrepreneur. Les décombres sont évacués à la décharge.

Pour les ouvrages existants à conserver, l'Entrepreneur doit assurer la reconstitution, l'étanchéité et des conditions de fonctionnement identiques à l'état initial après leurs modifications ou leurs percements pour passage des canalisations ou autres types d'interventions.

En cas de rencontre d'une galerie souterraine non répertoriée, l'Entrepreneur a le devoir d'en informer immédiatement Redal, et de lui soumettre sur place la ou les solutions à adopter pour la poursuite des travaux. Cette obligation est valable également pour tout autre obstacle rencontré et non prévu.

7 – Objets trouvés dans les fouilles

Lorsqu'au cours des travaux, des objets ou des vestiges pouvant avoir un caractère archéologique sont découverts, l'Entrepreneur doit en aviser aussitôt Redal. Il ne doit pas déplacer les objets ou vestiges demeurés en place, et mettre en lieu sûr ceux qui seraient détachés du sol. Le réseau traditionnel d'eau constitué par des éléments de terre cuite doit être conservé en l'état et devra faire l'objet de toutes les précautions d'usage pour assurer sa bonne conservation.

8 – Réalisation des fouilles

Les fouilles doivent être réalisées aux alignements requis, tout en laissant suffisamment d'espace pour la construction, la vérification et l'enlèvement des coffrages s'il y a lieu.

Pendant les opérations de creusement, l'Entrepreneur est responsable de la stabilité des pentes en talus provisoires des fouilles, il doit disposer des moyens nécessaires aux épuisements des venues d'eau quels qu'en soient l'origine, la nature et le débit.

La surface du fond des fouilles en terre doit être préparée dans des conditions d'humidification suffisante pour pouvoir être parfaitement compactée au moyen d'outils ou

de matériels appropriés afin de former des fondations fermes sur lesquelles le béton de l'ouvrage sera mis en œuvre. S'il en est requis par Redal, l'Entrepreneur doit procéder à l'exécution d'un contrôle de compactage.

Aux endroits où le béton doit être mis en place sur ou contre la roche, la surface de la fouille doit être aussi régulière que possible afin de satisfaire au mieux les épaisseurs de béton exigées. Toutes les cavités dans la roche contre laquelle le béton doit être mis en place doivent être remplies de béton.

9 – Fonds de fouilles

Les fonds de fouilles sont soigneusement purgés de toute terre arable. Les racines, détritiques et les autres matériaux jugés indésirables par Redal sont enlevés au cours de l'exécution des fouilles afin d'éviter leur inclusion dans le matériau de remblai.

L'utilisation de tous les matériaux excavés doit être faite avec l'approbation de Redal.

10 – Matériaux utilisables

Tout matériau excavé déclaré convenable par Redal doit être utilisé dans le remblai permanent. Les excédents sont soit employés au remblai des tranchées dans lesquelles les déblais ont été reconnus impropres, soit évacués en décharge.

11 – Matériaux inutilisables

Les matériaux inutilisables ou réutilisables à d'autres fins que le remblai (tels que moellons, pierres sèches, déchets rocheux) sont transportés en dehors du site du projet. Ils sont soit mis en dépôt dans les décharges autorisées, soit utilisés à d'autres fins dont les modalités d'emploi et d'utilisation sont prescrites ou approuvées par Redal.

Les décharges autorisées sont trouvées par l'Entrepreneur.

2 - 6 Remblaiement des fouilles

Le remblaiement de la fouille doit être réalisé en tout temps de manière à empêcher tout dommage ou abrasion de la protection extérieure des tuyaux. La mise en place du matériau de remblai doit être faite uniquement en présence de Redal. Après l'inspection, les essais et l'approbation des travaux de la pose de la canalisation, l'Entrepreneur doit commencer les travaux de remblayage. Ce matériau de remblai n'est composé que de remblai sélectionné.

Dans le cas où des roches ou d'autres objets durs viennent à être décelés dans le remblai, ce remblai doit être passé au crible (maille de 50 mm) avant d'être mis en place. L'Entrepreneur peut toutefois choisir de mettre en place du remblai convenable, prélevé dans d'autres parties du tracé de la canalisation et ce après accord de Redal. Le transport de ce matériau se fait à ses frais.

Le remblaiement doit être exécuté en usant des précautions nécessaires pour éviter tout déplacement de la canalisation. Le compactage doit être exécuté avec le matériel approuvé par Redal.

2 - 7 Remblaiement des ouvrages

Le remblaiement autour des ouvrages et aménagements ne doit pas être entrepris avant que ces derniers n'aient été approuvés et éventuellement mis à l'essai.

Aucun remblai ni aucune autre charge ne doivent être mis en place sur ou contre les surfaces en béton avant que 14 jours se soient écoulés depuis la mise en place du béton. Les opérations de remblaiement peuvent cependant commencer avant l'expiration du délai de 28 jours. Pendant cette période, aucun matériel de compactage ou de transport n'est autorisé à passer au-dessus du béton et à moins de 60 cm d'une quelconque de ses parties.

Le remblaiement autour des ouvrages est effectué avec les mêmes matériaux et dans les mêmes conditions que le remblai secondaire des tranchées (voir la section traitant du remblaiement des tranchées).

3 - Réfection Des Chaussées, Trottoirs Et Accotements

Une fois les travaux objet de l'AO exécutés, l'Entrepreneur est chargé de la réfection définitive des chaussées et trottoirs.

L'attention de l'Entrepreneur est attirée sur le fait que la structure de la chaussée après réfection doit être au minimum conforme à la structure initiale selon les prescriptions de l'organisme concerné.

L'Entrepreneur doit donner à Redal le relevé exact des réfections à exécuter, tant du point de vue importance qu'emplacement des travaux.

Tous les matériaux d'empierrement, tels que pavés, blocages en pierres cassées, revêtements en carreaux de ciment, dalles de pierre taillées, sont récupérés, triés et mis soigneusement de côté pour être réutilisés.

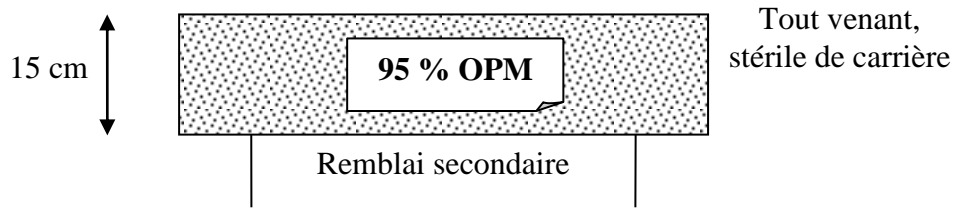
L'Entrepreneur doit surveiller l'état des réfections exécutées par ses soins et remédier de sa propre initiative à tous les tassements qui pourraient survenir pendant la durée de garantie.

En cas de contestation à l'issue du chantier ou pendant le délai de garantie, des sondages de contrôle peuvent être commandés. Si la réfection de chaussée n'est pas conforme à la structure initiale, celle-ci est refaite aux frais de l'Entrepreneur qui doit en outre supporter le coût des opérations de contrôle.

Le corps des chaussées, trottoirs et accotement sera constitué comme décrit ci-après :

3.1 Réfection trottoirs non revêtus

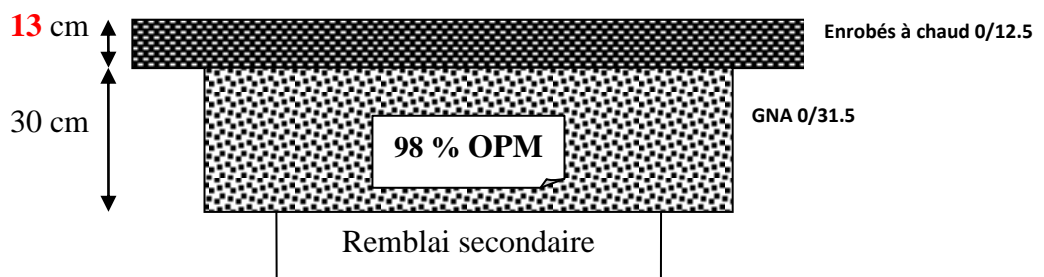
- Une couche de 15 cm en tout-venant, stérile de carrière tamisé (granulométrie inférieure à 50 mm) et d'un indice CBR supérieur ou égal à 10%, arrosée et compactée à l'Optimum Proctor de 95% OPM.



3.2 Réfection Définitive de Chaussées Revêtues en Enrobé R1

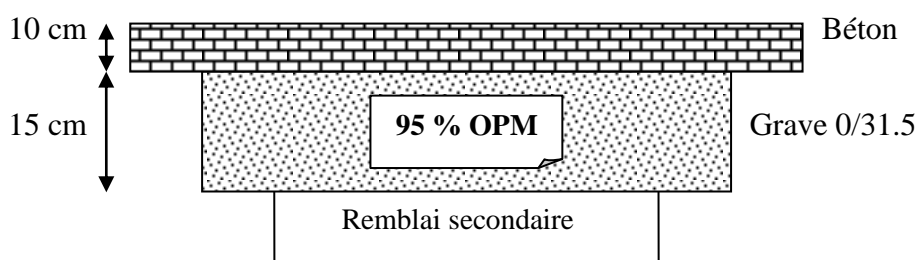
Cette prestation concerne la réalisation de la couche de roulement de chaussée par la mise en place de l'enrobés à chaud 0/10.

- Une couche de 30 cm en grave ciment 0/31.5 type GNA dosé à 5% de ciment, arrosée et compactée à l'Optimum Proctor de 98 % OPM ;
- Balisage et déviation éventuelle de la zone de travaux.
- Démolition de la couche de surface de la chaussée existante en tranchées, avec découpage régulier des abords de la tranchée à l'aide d'une scie à sol de la tranchée et tenant compte d'un épaulement de **20 cm** de part et d'autre par la largeur de la tranchée.
- Arrosage et compactage du GNA, pour un OPM de 98 %.
- Fourniture et mise en place d'une couche d'imprégnation de bitume fluidifié (cut-back 0/1) à raison de 1,2 kg /m².
- **Fourniture et mise en place d'une couche GBB de 8 cm**
- Fourniture et mise en place d'une couche d'enrobés à chaud **bitumineux EB de + 5 cm** 0/12.5.
- Dégagement des déblais excédentaires et nettoyage du chantier.



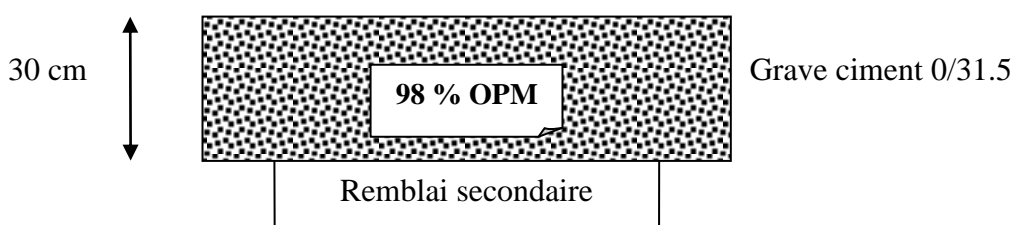
3.3 Réfection de trottoir revêtues en béton

- Une couche de 15cm en grave 0/31.5 type GNA non traitée, arrosée et compactée à l'Optimum Proctor Modifié de 95 % OPM ;
- Une couche en béton dosé à 300 kg/m³, de même épaisseur que la chaussée existante, avec toutefois une épaisseur minimale de 10 cm d'épaisseur et un épaulement de 15 cm par rapport à la couche de grave.



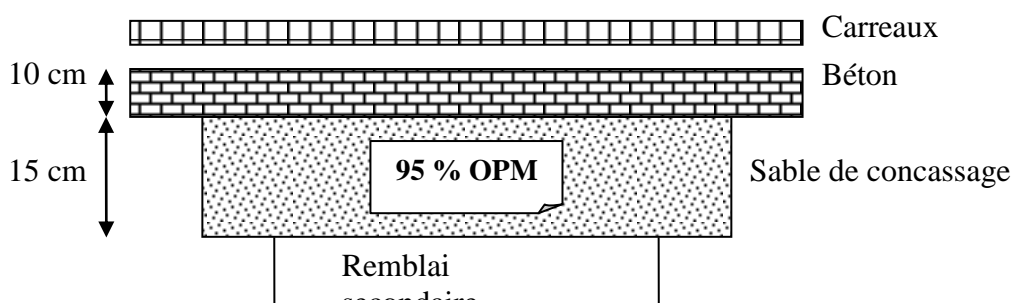
3.5 Réfection d'accotements non revêtus de chaussées revêtues

- Une couche de 30 cm en grave ciment 0/31.5 type GNA dosé à 2% de ciment, arrosée et compactée à l'Optimum Proctor de 98 % OPM.



3.6 Réfection de trottoirs revêtus

- Une couche de 15 cm en sable de concassage arrosée et compactée ;
- Une couche en béton dosé à 300 kg/m³, de même épaisseur que le trottoir existant, avec toutefois une épaisseur minimale de 10 cm d'épaisseur et un épaulement de 15 cm par rapport à la couche de grave ;
- Une chape en ciment ou un revêtement en carreau de ciment ou rève-sol ou autres selon le même type du trottoir existant.



ARTICLE 6 : – Fournitures

Les tuyaux utilisés seront des tuyaux de qualité définis et fabriqués pour la mise en place par la technique du fonçage/forage. Les joints des tuyaux ou raccords devront répondre aux critères suivants :

- Reprendre sans déformation les efforts importants de traction tels qu'ils doivent être définis par l'entreprise dans sa note technique ;
- Assurer une étanchéité parfaite dès la mise en œuvre.
- Selon les canalisations posées, les éléments de jonctions et bagues d'étanchéité proviennent obligatoirement de fabricants agréés par le maître d'œuvre sur proposition de l'entrepreneur.

6.1 – Tuyaux en polyéthylène haute densité

A - Catégorie et classe des tuyaux PEHD pour AEP et Assainissement

Les tubes en PEHD utilisés doivent être aptes à l'utilisation dans l'adduction et la distribution de l'eau potable, ils seront de catégorie PE 110 et PE630– PN 16.

B - Qualité des matériaux :

Les tubes en polyéthylène doivent avoir des surfaces extérieures et intérieures propres et lisses et être exempts des défauts d'importance ou de fréquence (rayures, piqûres bulle, grains, criques et soufflures).

L'examen se fait à l'œil nu, sur des éprouvettes ouvertes selon deux génératrices diamétralement opposées les filets de repérage bleus sont d'au moins au nombre de 3 répartis sur la circonférence du tube, ils ne doivent modifier aucune des caractéristiques physiquement mécanique du tube.

Les tuyaux et les raccords électro - soudables éventuellement utilisés ; seront en polyéthylène haute densité (PEHD). Ils seront d'une marque de conformité notamment aux normes relatives aux systèmes de canalisations en plastique pour l'alimentation en eau potable:

NM 05.6.403-2008	Systèmes de canalisations en plastique pour l'alimentation en eau - Polyéthylène (PE) - Généralités
NM 05.6.404-2008	Systèmes de canalisations en plastique pour l'alimentation en eau - Polyéthylène (PE) - Tubes
NM 05.6.405-2008	Systèmes de canalisations en plastique pour l'alimentation en eau - Polyéthylène (PE) - Raccords
NM 05.6.406-2008	Systèmes de canalisations en plastique pour l'alimentation en eau - Polyéthylène (PE) - Robinets
NM 05.6.407-2008	Systèmes de canalisations en plastique pour l'alimentation en eau - Polyéthylène (PE) - Aptitude à l'emploi du système
NM 05.6.408	Systèmes de canalisations en plastique pour l'alimentation en eau - Polyéthylène (PE) – Guide pour l'évaluation de la conformité;

EN ISO 3126	Systèmes de canalisations en plastique — Composants de canalisations en plastique — Mesurage et détermination des dimensions » (ISO/DIS 3126:2005).
NF T54-951	Systèmes de canalisations en plastique pour l'alimentation en eau destinée à la consommation humaine – Tubes en polyéthylène (PE80 et PE100) – Propriétés organoleptiques des tubes et des compositions – Conditionnement, stockage, manutention et transport des tubes

Ou une norme équivalente

- **NF EN 12201-1 Septembre 2003**« Systèmes de canalisations en plastiques pour alimentation en eau - Polyéthylène (PE) »

Les tuyaux et les raccords doivent être de qualité alimentaire au Contact avec l'eau potable, il ne devrait pas y avoir lieu de relargage de substances minérales ou organiques portant atteinte à la qualité des eaux. L'entrepreneur doit présenter un certificat d'alimentarité datant de moins de deux ans et délivrée par un laboratoire agréé pour le contrôle des matériaux destinés à être mis en contact avec l'eau potable.

Un contrôle de l'alimentarité du matériau sera effectué par le maître d'ouvrage conformément au protocole de contrôle des matériaux organiques destinés à être mis en contact avec l'eau potable.

Pour la réalisation de ce contrôle, des échantillons seront prélevés au cours de la réception des tuyaux en usine par le maître de l'ouvrage.

C - Caractéristiques géométrique – Tolérances :

Les diamètres extérieurs nominaux, épaisseurs nominales et ovalisations absolues mesurées suivant la norme NFT 54. 063 ainsi que leurs tolérances doivent respecter les valeurs de la norme. Les tubes seront de classe PN 16.

Les dimensions seront vérifiées, et notamment le diamètre extérieur des tubes et intérieur des raccords, et la vérification sera faite par comparaison avec ce que demande la norme NFT54063. Cet examen pourra être effectué selon des données statistiques standard et à satisfaction de la Redal.

Les tubes et raccords ne satisfaisant pas aux dimensions et tolérances exigées devront être remplacés, nombre pour nombre.

Chaque type doit porter de façon apparente et indélébile répétée les indications suivantes :

- La désignation Commerciale et / ou sigle du fabricant.
- L'indication PE 80 ou PE 100 EAU POTABLE suivi de la valeur de la PN.
- Les dimensions du tube: diamètre extérieur nominal x épaisseur nominale.
- La marque de conformité aux normes

- La date de fabrication : années (deux derniers chiffres de l'année de fabrication et quinzaine (lettre).
 - Le numéro du lot de fabrication (un numéro de lot correspond à une fabrication à partir d'une composition donnée, extrudée en continu sur une machine donnée, dans un diamètre donné, par une campagne donnée).
 - L'origine de la matière première. Ce marquage doit figurer tous les mètres.
 - Lorsque les tubes sont livrés en couronnes ou sur touret, une indication doit permettre, après chaque prélèvement, de constater la longueur restante.
- Les tubes, de couleur noir, auront reçu d'extrusion d'au moins 3 bandes bleues longitudinales, afin de les identifier comme conduites d'eau potable.

D – Jonctions des conduites PEHD :

- Joints des tuyaux en PEHD:

La liaison du tube à lui-même ou aux accessoires de canalisations, est réalisée à l'aide de raccords mécaniques, métalliques ou plastiques, ou par électro - soudure.

Le matériel nécessaire à cette opération doit être d'un modèle préconisé par le fabricant de raccords, et autorisé par la REDAL.

- Raccords mécaniques en PVC à serrage rapide

L'étanchéité avec la conduite PEHD sera obtenue par action mécanique sur la paroi extérieure du tube engagé, et (ou) la compression d'une bague de joint ou élastomère, par la contrainte d'une vis serrant le raccord sur le tube.

- Raccords électro - soudables en PVC PEHD:

Ces jonctions prennent pour principe l'interpénétration par fusion de 2 parois en présence, par l'action d'une résistance incorporée dans l'emboîture femelle de raccord.

Cette opération nécessite un matériel approprié qui établit une température de fusion et un temps d'application programmés; en fonction notamment de l'épaisseur de la paroi.

Le modèle de ces raccords et leur matériel de confection du joint devra avoir reçu préalablement l'accord du maître de l'ouvrage. L'entreprise devra présenter à ce dernier les documents établissant la valeur d'une telle technique, ses éventuels agréments ainsi qu'une liste de références sérieuses

- Raccords à emboîtement en fonte ductile pour tuyau PEHD:

La norme NF EN 12 842 de mai 2000 définit les prescriptions et les méthodes d'essai applicables aux raccords en fonte ductile à utiliser pour les tuyaux PVC - U et PE.

6.2 - Bardage et stockage des tuyaux

L'Entrepreneur fournit et met en œuvre les moyens, conventionnels ou non, en hommes et matériel capables d'assurer la manutention et l'acheminement des matériaux et équipements quelle que soit la difficulté d'accès. Les moyens doivent être adaptés au levage, au transport et au bardage en toute sécurité, de charges relativement lourdes (tuyaux en béton armé par exemple).

D'une façon générale les déblais extraits sont mis en cordon le long d'un des côtés de la tranchée, le côté libre étant réservé au bardage des tuyaux et à la circulation sur l'emprise. Cependant, compte tenu de la faible largeur et de l'encombrement de certaines ruelles, le bardage des conduites et des équipements le long de la fouille peut s'avérer difficile, voire impossible. L'Entrepreneur doit alors employer les moyens et les méthodes appropriées à cette situation particulière à savoir :

- Le transport par brouettage ou tout autre moyen des déblais à évacuer à la décharge ou à réutiliser vers un lieu provisoire de stockage ;
- L'apport des conduites sur le chantier au fur et à mesure de l'avancement des travaux avec stockage temporaire sur une aire de dépôt.

Les tuyaux et fourreaux reposent sur toute leur longueur afin d'éviter les dégradations locales du revêtement.

Toutes les précautions sont prises également pour assurer la conservation des accessoires.

Une attention particulière sera portée afin d'empêcher l'introduction de sable ou de débris divers. On veillera aussi à ne pas trop exposer les tuyaux au soleil.

6.3 - Transport et manutention

La manutention des tuyaux de toutes espèces doit se faire avec les plus grandes précautions. Les tuyaux sont déposés sans brutalité sur le sol. Il convient d'éviter de les rouler sur des pierres ou sur sol rocheux sans avoir constitué au préalable des chemins de roulement à l'aide de madriers.

Le calage soigné et la protection des extrémités lors du transport sont indispensables ; les appuis, non durs (berceaux en bois de préférence) doivent être en nombre suffisant et les porte-à-faux évités, ce qui exige que l'engin de transport soit de longueur suffisante.

Pour la manutention, il faut prévoir des engins de levage de force largement suffisante, des ceintures (les élingues sont interdites) de bonne dimension, munies au besoin de palonniers pour éviter le glissement des ceintures le long du fût. Pour les tuyaux revêtus, les ceintures seront conçues de manière à éviter l'altération du revêtement. La manutention des tuyaux par leurs extrémités est interdite.

Tout tuyau et équipement qu'une fausse manœuvre aurait laissé tomber de quelque hauteur que ce soit doit être considéré comme suspect et ne peut être posé qu'après vérification.

Tout élément de conduite qui, pendant le transport, la manutention ou toute autre opération, serait endommagé au-delà d'une réparation possible par l'Entrepreneur (suivant l'opinion de la Redal), doit être retiré du chantier et remplacé.

Au moment de leur mise en place, les tuyaux de toutes espèces sont examinés à l'intérieur et soigneusement débarrassés de tout corps étranger qui pourrait y avoir été introduit.

L'Entrepreneur a l'entière responsabilité de cette vérification avant la mise en service.

6.4 - Caractère alimentaire des matériaux et produits

Tous les matériaux et produits susceptibles de rentrer en contact avec l'eau potable doivent faire l'objet d'une fiche technique précisant la composition, les caractéristiques, le domaine d'utilisation et l'agrément du caractère alimentaire du matériau ou du produit par les autorités sanitaires compétentes.

L'Entrepreneur devra garantir que les matériaux et produits utilisés ne sont pas susceptibles à terme de libérer dans l'eau certaines matières qui modifient les caractéristiques de l'eau véhiculée par l'adduction.

Le matériel utilisé pour le transport de l'eau potable, destinée à la consommation humaine doit disposer d'une attestation de conformité sanitaire (ACS) en vigueur, octroyée par un laboratoire agréé, habilité à délivrer ce genre d'attestations

6.5 – Garantie

L'Entrepreneur garantit que toutes les fournitures livrées en exécution du Marché sont neuves, n'ont jamais été utilisées, sont du modèle le plus récent en service et incluent toutes les dernières améliorations en matières de conception et nature des matériaux, sauf si le Marché en a disposé autrement. L'Entrepreneur garantit en outre que toutes les fournitures livrées en exécution du Marché n'auront aucune défectuosité due à leur mise en œuvre sauf dans la mesure où la conception ou les matériaux sont requis par les spécifications de Redal ou à tout acte ou omission de l'Entrepreneur survenant pendant l'utilisation normale des fournitures livrées dans les conditions prévalant au Maroc.

Redal est seul compétent pour juger la qualité des matériaux et décider de leur lieu d'emploi particulier. Le lieu de provenance des matériaux ne peut en aucune façon préjuger de leur qualité.

Cette garantie demeure valable **12 mois** après livraison (garantie décennale pour les travaux et conduites, tuyaux inclus) des fournitures ou d'un quelconque de leurs éléments aux Magasins Redal telle que stipulée dans le Marché.

Redal notifie rapidement à l'Entrepreneur par écrit toute réclamation faisant jouer cette garantie.

A la réception d'une telle notification, l'Entrepreneur, avec une promptitude raisonnable, répare ou remplace les fournitures défectueuses ou leurs pièces, sans frais pour Redal.

Si l'Entrepreneur, après notification, manque à rectifier la ou les défectuosités, dans des délais raisonnables, Redal peut commencer à prendre les mesures correctives nécessaires, aux risques et frais de l'Entrepreneur.

Les provenances devant faire l'objet d'un agrément seront soumises à Redal en temps utile pour respecter le délai d'exécution contractuel et au maximum dans un délai de quatorze (14) jours ouvrables à compter de la notification du Marché.

6.6 - Conformité aux normes

Les fournitures livrées en exécution du marché sont conformes aux normes mentionnées dans le présent CPS-T ou à défaut, aux règles de l'art usuelles. Certaines d'entre elles sont rappelées ou précisées dans les présentes spécifications. En cas d'absence de normes, d'annulation ou de dérogation, justifiées notamment par des progrès techniques, les propositions de l'Entrepreneur seront soumises à Redal, qui statuera.

6.7 - Références normatives pour:

*** Conduite en Acier :**

L'acier utilisé pour les tubes, raccords et pièces de chaudronnerie doit être conforme à la norme NF A 36 204 et EN545.

*** Conduite en Béton Ame tôle pour Fonçage Horizontal :**

Les tuyaux en béton à âme en tôle (conduites à bout âme tôle ou totalement à âme tôle) seront conformes aux normes :

- NM 10.1.27 (2013) : Canalisations en béton armé, non armé et fibré
- ISO 21225-2 (2018) : Systèmes de canalisations en plastique pour le remplacement sans tranchée des réseaux de canalisations enterrés -- Partie 2: Remplacement hors ligne par forage horizontal dirigé et fonçage par fusée
- NF EN 639 : Prescriptions communes pour tuyaux pression en béton y compris joints et pièces spéciales
- NF EN 641 : Tuyaux pression en béton armé à âme en tôle, joints et pièces spéciales compris,
- NF EN 642 : Tuyaux pression en béton précontraint, avec ou sans âme en tôle, y compris joints et pièces spéciales et prescriptions particulières relatives au fil de précontrainte pour tuyaux

*** Conduite en PEHD :**

Les tuyaux et les raccords électro - soudables éventuellement utilisés ; seront en polyéthylène haute densité (PEHD). Ils seront d'une marque de conformité notamment aux normes relatives aux systèmes de canalisations en plastique pour l'alimentation en eau potable:

NM 05.6.403-2008	Systèmes de canalisations en plastique pour l'alimentation en eau - Polyéthylène (PE) - Généralités
NM 05.6.404-2008	Systèmes de canalisations en plastique pour l'alimentation en eau - Polyéthylène (PE) - Tubes
NM 05.6.405-2008	Systèmes de canalisations en plastique pour l'alimentation en eau - Polyéthylène (PE) - Raccords
NM 05.6.406-2008	Systèmes de canalisations en plastique pour l'alimentation en eau - Polyéthylène (PE) - Robinets
NM 05.6.407-2008	Systèmes de canalisations en plastique pour l'alimentation en eau - Polyéthylène (PE) - Aptitude à l'emploi du système
NM 05.6.408	Systèmes de canalisations en plastique pour l'alimentation en eau - Polyéthylène (PE) – Guide pour l'évaluation de la conformité;
EN ISO 3126	Systèmes de canalisations en plastique — Composants de canalisations en plastique — Mesurage et détermination des dimensions » (ISO/DIS 3126:2005).
NF T54-951	Systèmes de canalisations en plastique pour l'alimentation en eau destinée à la consommation humaine – Tubes en polyéthylène (PE80 et PE100) – Propriétés organoleptiques des tubes et des compositions – Conditionnement, stockage, manutention et transport des tubes

Ou une norme équivalente

- **NF EN 12201-1 Septembre 2003** « Systèmes de canalisations en plastiques pour alimentation en eau - Polyéthylène (PE) »

Les tuyaux et les raccords doivent être de qualité alimentaire au Contact avec l'eau potable, il ne devrait pas y avoir lieu de relargage de substances minérales ou organiques portant atteinte à la qualité des eaux. L'entrepreneur doit présenter un certificat d'alimentarité datant de moins de deux ans et délivrée par un laboratoire agréé pour le contrôle des matériaux destinés à être mis en contact avec l'eau potable.

Un contrôle de l'alimentarité du matériau sera effectué par le maître d'ouvrage conformément au protocole de contrôle des matériaux organiques destinés à être mis en contact avec l'eau potable.

Pour la réalisation de ce contrôle, des échantillons seront prélevés au cours de la réception des tuyaux en usine par le maître de l'ouvrage.

ARTICLE 7 - CONTRÔLES & ESSAIS DE RÉCEPTION

1. RÉCEPTION DES MATÉRIAUX & FOURNITURES

Aucun des matériaux et fournitures employés ne pourra être mis en œuvre avant d'avoir été réceptionné par Redal.

Ces matériaux et fournitures seront stockés sur le site agréé par Redal.

Les matériaux et fournitures approvisionnés devront avoir fait l'objet d'essais de recette aux frais de l'Entrepreneur. Les résultats des essais devront être conformes à ceux des essais d'agrément. Redal pourra exiger d'assister aux essais, et l'Entrepreneur prendra alors toutes les dispositions nécessaires. Ces essais feront l'objet d'un procès-verbal d'essais dûment signé.

Toutefois, Redal se réserve la possibilité d'ordonner des essais supplémentaires sur chantier ou en laboratoire aux frais de l'Entrepreneur. Redal pourra également recourir, aux frais de l'Entrepreneur, à un organisme officiel de contrôle pour effectuer les essais susmentionnés. Il sera demandé à celui-ci de fournir un procès-verbal des essais, ainsi qu'un commentaire critique des résultats.

Chaque demande de réception de matériaux et fourniture, datée et numérotée, sera rédigée par l'Entrepreneur et transmis par celui-ci à Redal, 10 (dix) jours au moins avant son emploi. Redal devra répondre sous 10 (dix) jours. Passé ce délai, et en l'absence de réserves de la part de Redal, ces matériaux et fournitures sont considérés comme acceptés.

Si l'une quelconque des fournitures essayées se révèle non conforme aux spécifications, Redal, peut la refuser. L'Entrepreneur devra alors soit remplacer les fournitures refusées, soit y apporter toutes modifications nécessaires pour les rendre conformes sans que cela coûte quoique ce soit à Redal.

Les matériaux et fournitures refusés parce que ne répondant pas aux exigences devront être immédiatement évacués par les soins de l'Entrepreneur et à ses frais, hors du chantier.

2. CONTRÔLES REDAL EN COURS DE TRAVAUX

Tous les essais sont à la charge de l'Entrepreneur, Redal a le droit d'effectuer d'autres essais complémentaires à sa charge ; afin de contrôler tous les chantiers, ateliers et magasins de l'Entrepreneur et de ses fournisseurs, pour la fabrication comme pour le stockage et le transport de tous les matériaux. À cet effet, Redal peut nommer des agents spéciaux ou s'y faire représenter par des organismes de contrôle de son choix.

Pendant toute la période de construction, l'Entrepreneur doit donner toutes les facilités à Redal pour permettre le contrôle complet des matériaux, ainsi que pour effectuer tous essais sur ceux-ci.

Les contrôles ne diminuent en rien la responsabilité de l'Entrepreneur quant à la bonne qualité des matériaux, matières et produits.

L'Entrepreneur et les fournisseurs doivent livrer gratuitement aux Laboratoires de Contrôle toutes les quantités requises pour les essais qui s'avèreraient nécessaires. Le nombre et la nature de ces essais seront définis par les normes ou, à défaut, par Redal. La sélection des échantillons sera effectuée par Redal en présence de l'Entrepreneur qui en recevra procès-verbal.

Redal se réserve le droit de prélever à tout moment des échantillons de tous les matériaux destinés à être incorporés dans les ouvrages, afin de procéder à des essais. L'Entrepreneur fournira la main d'œuvre et le matériel pour l'obtention des échantillons et acceptera toute interruption éventuelle des travaux occasionnée par ce fait ou par les résultats de ces essais. L'Entrepreneur respectera les consignes qui lui sont données, soit en vue des contrôles, soit à la suite de ces contrôles. Dans le cas contraire, Redal pourra exiger par écrit l'arrêt des travaux, soit en carrière, soit sur les zones d'emprunt, soit sur les ouvrages eux-mêmes. Les travaux ne pourront reprendre qu'au reçu d'une autorisation écrite.

Tous les résultats des essais seront communiqués à l'Entrepreneur.

Si l'une quelconque des fournitures essayées se révèle non conforme aux spécifications, Redal, peut la refuser. L'Entrepreneur devra alors soit remplacer les fournitures refusées, soit y apporter toutes modifications nécessaires pour les rendre conformes sans que cela coûte quoique ce soit à Redal.

Les matériaux et fournitures refusés parce que ne répondant pas aux exigences devront être immédiatement évacués par les soins de l'Entrepreneur et à ses frais, hors du chantier.

3. ESSAIS SUR LA QUALITÉ DES TUYAUX

Généralités

L'entreprise est tenue de fournir une attestation de conformité.

Pour les diamètres dont le linéaire est inférieur à 100 m, l'Entrepreneur est dispensé des essais s'il produit un procès-verbal d'essai sur ces tuyaux en usine.

De façon générale, Redal se réserve le droit de faire effectuer, aux frais de l'Entrepreneur, à la réception sur chantier ou à l'usine, les essais et contrôles suivants :

SUR CHAQUE TUYAU DE LA FOURNITURE

- Contrôle de l'aspect ;
- Contrôle de son au marteau ;
- Contrôle quantitatif du lot de fourniture.

PAR ECHANTILLONAGE

Ils seront conformes avec les principes d'échantillonnage quantitatif permettant un contrôle qualitatif tels que définis dans la norme NM 10.1.027

- Vérification des caractéristiques géométriques ;
- Essais d'étanchéité pour les tuyaux à joints souples effectués sur 2 (deux) tuyaux assemblés ;
- Essai de résistance à l'écrasement : La charge minimale à laquelle doit résister chaque tuyau sans aucune fissuration sous les conditions de l'épreuve d'écrasement sera celle spécifiée par le producteur en fonction de la classe.

Tuyaux béton

ESSAIS SUR LA QUALITE DES MATERIAUX

L'Entrepreneur présentera à Redal les procès-verbaux des essais des différents lots d'acier de précontrainte utilisés pour la fabrication des tuyaux. Il sera procédé, la discrétion de Redal, à des analyses granulométriques de contrôle des agrégats et à des vérifications de la valeur de l'équivalent de sable visuel.

Des essais systématiques de rupture à l'écrasement, respectivement à 7 et 28 jours seront effectués sur des éprouvettes prismatiques en béton réalisées à raison de trois par chaque type d'essai, et pour chaque type de béton, fût primaire et revêtement extérieur dans le cas de tuyaux précontraints par fretage, pour un ensemble de 10 (dix) tuyaux. Les éprouvettes

seront fabriquées dans les mêmes conditions que les tuyaux (le béton des éprouvettes devra en particulier être centrifugé de la même façon que celui des tuyaux).

Les éprouvettes seront en forme cubique 10x10x10. On adoptera comme valeur de la résistance servant de base à la détermination des contraintes admissibles, la moyenne arithmétique des valeurs relatives à chaque éprouvette diminuée des 8/10 (Huit Dixièmes) de leur écart quadratique moyen.

Lorsque des essais de contrôle feront ressortir des résistances correspondant à des contraintes admissibles inférieures à celles requises, il conviendra - à moins que de tels résultats ne soient observés que tout à fait exceptionnellement - de procéder à un contrôle systématique de la qualité du béton mis en œuvre.

Dans le cas des essais de contrôle, conformément à la règle générale, on retiendra, comme valeur de la résistance, la plus faible des trois valeurs mesurées.

ESSAIS SUR LES TUYAUX

L'essai d'étanchéité des éléments primaires frettés se fera dès la fabrication terminée sur chaque élément, à la pression d'épreuve PE définie. A cette pression, le tuyau ne devra pas présenter de suintements excessifs, ou à fortiori de ruissellements ou de fuites giclantes.

Il sera procédé à un essai de rupture à l'écrasement à raison d'au moins 2 tuyaux de chaque catégorie pour l'ensemble de l'adduction. Le nombre total de tuyaux essayés ne sera pas inférieur à 6. Cet essai sera exécuté conformément aux indications de la norme NFP 16 341. La charge de rupture devra être supérieure au seuil minimum qui sera défini par l'Entrepreneur pour chaque catégorie de tuyaux. L'Entrepreneur justifiera que cette valeur provoque en un point de la conduite le dépassement de l'une des deux contraintes minimales suivantes :

- Résistance à la traction de l'acier ;
- Résistance à la compression du béton à 28 jours telle que garantie par l'Entrepreneur.

EXAMEN D'ASPECT ET DE DIMENSION

Tous les tuyaux et pièces de raccords seront examinés. Ils ne devront présenter aucune défectuosité de surface, la surface intérieure des tuyaux devra être lisse. Les dimensions seront vérifiées à raison d'un tuyau sur 20, dans les limites de tolérance définies ci-dessus. Au cas où les tolérances prévues ne seraient pas respectées, tous les tuyaux du lot seraient vérifiés et les pièces non conformes rebutées.

Tuyaux fonte

ESSAIS SUR LA QUALITE DU MATERIAU

Il sera procédé aux essais suivants :

- Essai de traction sur éprouvette usinée pour déterminer la résistance minimale à la traction et l'allongement minimal à la rupture ;
- Essai de dureté Brinell.

Ces essais seront effectués à raison d'une fois par lot de 20 tuyaux suivant prescriptions des normes en vigueur. Au cas où l'un de ces essais s'avèrerait négatif, il sera procédé à deux essais complémentaires. Si l'un de ces essais s'avèrerait à son tour négatif, l'ensemble du lot de 20 tuyaux serait rebuté.

ESSAIS SUR LES TUYAUX

Tous les tuyaux et éléments en fonte ductile seront soumis à une épreuve hydraulique d'étanchéité en usine avant revêtement. La pression d'épreuve PE (définie ci-après) sera appliquée pendant une durée minimum de une (1) minute.

Diamètre nominal (mm)	PE
≤ 300 mm	60 bars
300 mm < DN ≤ 600 mm	50 bars
> 600 mm.	40 bars

Pour les raccords et pièces spéciales moulés en sable, l'épreuve d'étanchéité est effectuée sous une pression d'air d'au moins 0,5 bars.

Tuyaux PEHD

Essai en usine

Sur la qualité du matériau

Tableau 6: essai en usine sur la qualité des matériaux PEHD

Propriétés	Méthodes	Spécifications
Retrait à chaud	NF T 54.047	1- $r < 3\%$ 2- Aspect du tube conservé après essai, par rapport à l'aspect initial
Résistance à la pression hydraulique	NF T 54.025 NF EN ISO 1167-1, Mai 2006 :	20°C contrainte de paroi 12 MPa $t \geq 1h$
		80°C contrainte de paroi 4 MPa $t \geq 1h$
		80°C contrainte de paroi 4,6 MPa $t \geq 170h$
Traction à vitesse constant	NF T 54.074	Tolérance par rapport à la valeur indiquée par le fabricant de la composition de base : + ou – 10%
Masse volumique nominale à 23°C		Tolérance par rapport à la valeur indiquée par le fabricant de la composition de base + ou – 5Kg/m ³
Indice de fluidité	NF EN 1452 -1 Novembre 1999 condition n°7 : 190°C, 21,6Kg ou toute autre méthode agréée par l'utilisateur et, a) Si IF5 2g/10min condition n°18 : 190°C 5Kg b) Si IF5 2g/10min condition n°4 : 190°C 2,16Kg	Tolérance de la valeur sur tube par rapport à la valeur mesurée sur composition de base avant transformation : + ou – 10%
Stabilité à l'oxydation	NF 728 Avril 1997 A 200°C échantillon prélevé sur les parois interne et externe du tube.	1- $t > 20 \text{ min}$ 2- 2 – la valeur nominale doit être indiquée par le fabricant assortie d'une tolérance
Teneur en noir carbone	NF T 54.140	2,0 à 2,6% en masse
Dispersion du noir de carbone	NF T 54.142	3 ≥ Note
Tenue de la fissuration en milieu tensio-actif	Dn ≤ 125 NF T 54.077	Pas de propagation de la fissure (1)
	Dn ≥ 140 NF T 54.076	Epaisseur de la paroi tube ≥ Propagation de la fissure (1)

Tenue de la fissuration rapide	NF T 54.078	Facteur d'intensité de contrainte limite (1) : $\leq 0,5 \text{ MPa } \sqrt{\text{m}}$
Propriétés organoleptiques		Seuil ≤ 3

(1) les seuils proposés ne sont qu'expérimentaux.

Le maître de l'ouvrage peut exiger de l'entreprise qu'un des tests soient effectués dans les usines productrices.

Essais d'étanchéité

Ces essais concernent la paroi elle-même et les jonctions.

Dans le premier cas, l'essai se fait en usine selon le tableau décrit ci – dessus.

Dans le second cas, l'essai se fait sur site.

L'essai en tranchée est fondé sur le fait que le fluage qui caractérise ce matériau est insuffisamment pris en compte dans le cadre de l'épreuve principale en pression. En conséquence une procédure particulière est décrite ci-après :

Procédure d'épreuve

La procédure d'épreuve complète comprend nécessairement une phase préliminaire incluant une étape de relaxation, un essai de chute de pression et une phase d'épreuve principale.

Phase préliminaire

La réalisation de la phase préliminaire est une condition préalable à la phase d'épreuve principale :

- après remplissage et purge, ramener la pression à la pression atmosphérique et autoriser un temps de relaxation d'au moins 60 min afin d'éliminer toute contrainte due à la pression ; prendre soin d'éviter toute entrée d'air ;
- après ce temps de relaxation, monter la pression régulièrement et rapidement (en moins de 10 min) jusqu'à la pression d'épreuve du réseau STP = MDP et supérieure à 6 bars.

Maintenir STP pendant 30 min en pompant.

Essai de chute de pression

On réduit rapidement la pression effective mesurée à l'issue de la phase préliminaire, en extrayant de l'eau à l'aide d'une purge, de façon à ramener la pression à 3 bars.

Phase d'épreuve principale

Le fluage viscoélastique dû à la contrainte produite par STP est interrompu par l'essai de chute de pression. La chute rapide de pression conduit à une contraction de la conduite. Observer et noter pendant 30 min (phase d'épreuve principale) l'accroissement de pression dû à la contraction :

Tableau 7: phase d'épreuve principale

<i>Temps (mn)</i>	<i>Intervalle de lecture (mn)</i>	<i>Nombre de lectures</i>
de 0 à 10	Toutes les 2mn	5
de 10 à 30	Toutes les 5mn	4
de 30 à 90	Toutes les 10mn	6

La phase d'épreuve principale est considérée comme satisfaisante si la courbe des pressions montre une tendance croissante et n'est en aucun cas décroissante. Si, pendant la période de 90 min, la courbe des pressions montre une tendance décroissante, cela indique une fuite dans le réseau. Corriger alors tout défaut de l'installation décelé lors de l'épreuve et répéter celle-ci.

La répétition de la phase principale d'épreuve ne peut être réalisée qu'en suivant la procédure complète en y incluant les 60 min du temps de relaxation de la phase préliminaire.

Tuyaux acier

CONTROLE DES SOUDURES

Sont considérées comme défectueuses et inacceptables toutes soudures d'assemblage des conduites en acier qui ne sont pas conformes aux qualités normes et tolérances des soudures de classe III. Ces dernières sont définies par le Syndicat National de la Chaudronnerie - Tôlerie dans son avant - projet n°7 concernant la classification des soudures.

En complément à ce document, il est précisé que la dénivellation maximum tolérée pour les soudures non reprises à l'envers est de $(e/5 + 1 \text{ mm})$, e étant l'épaisseur du tube.

Pour des dénivellations supérieures à $(e/5 + 1)$ la soudure est obligatoirement reprise à l'envers.

A tout moment, Redal peut à ses frais faire procéder par un organisme qualifié à des contrôles radiographiques, par ultrasons ou autres, sur les soudures exécutées par l'Entrepreneur.

Si, au cours de ces contrôles, une ou plusieurs soudures apparaissent comme non conformes aux prescriptions visées plus haut, Redal peut demander à l'Entrepreneur :

- Si, sur la totalité des contrôles effectués à la charge de Redal d'une part, et à ceux de l'Entrepreneur d'autre part, moins de 2/10ème des soudures contrôlées ont été

reconnues défectueuses, Redal peut demander à l'Entrepreneur la réfection de toutes les soudures défectueuses, ainsi que la reconstitution des revêtements détériorés lors de cette réfection ;

- Si 2/10ème ou plus des soudures contrôlées ont été reconnues défectueuses, Redal peut exiger le contrôle de la totalité des soudures exécutées aux frais exclusifs de l'Entrepreneur. Dans ce dernier cas, s'il apparaît encore que 2/10ème ou plus des soudures sont inacceptables, Redal peut demander à l'Entrepreneur, et aux seuls frais de ce dernier, la dépose et la repose du tronçon complet de conduite.

Il est précisé que :

- L'organisme de contrôle des soudures doit être agréé par Redal ;
- L'Entrepreneur est tenu d'aviser Redal par lettre recommandée, 48 heures avant la date des opérations de contrôle ;
- Dans le cas où Redal assiste à ces opérations de contrôle, les tronçons et les soudures à contrôler ne peuvent être désignés que par lui seul, après avis, s'il le juge utile, de l'organisme de contrôle des soudures ;
- Quel que soit le nombre de défauts constatés, l'Entrepreneur est dans l'obligation de reprendre toutes les soudures défectueuses et de rétablir la continuité des revêtements protecteurs de la conduite, tant intérieurement qu'extérieurement.

Il ne peut prétendre à aucune indemnité pour ce travail et pour les sujétions qu'il comporte.

EXAMEN D'ASPECT ET DE DIMENSION

Tous les tuyaux et pièces de raccord sont examinés avant et après revêtements. Le fabricant doit procéder à un contrôle systématique des soudures aux ultrasons.

Un examen radiographique des soudures suspectes peut aussi être effectué sur demande de Redal.

Le revêtement intérieur doit être lisse et régulier.

Les dimensions sont vérifiées à raison d'un tuyau sur vingt, dans les limites de tolérance définies ci-dessus. Au cas où ces tolérances ne seraient pas respectées, tous les tuyaux du lot doivent être vérifiés.

CONTROLE DU REVETEMENT

Le revêtement extérieur est éprouvé au balai électrique à 10 000 volts.

Le revêtement intérieur est soumis sur des tuyaux échantillons à :

- Un essai d'arrachement au jet sous pression de 15 bars. Il est appliqué sous un angle de 45° après quadrillage de la surface à tester avec un instrument tranchant pour donner prise au jet. Cet essai dure 1 heure. Il ne doit être observé aucune amorce de décollement du revêtement ;
- Un essai d'arrachement par traction effectué sur une pastille métallique collée.

Ces essais sont effectués à raison d'un tube sur cent. S'ils s'avéraient négatifs, il serait procédé à deux essais de contrôle sur les tuyaux précédant et suivant immédiatement le tuyau échantillon dans l'ordre de fabrication. Si ces essais étaient à leurs tours négatifs, le lot de 100 tubes serait rebuté.

À la demande de Redal, le revêtement peut, en outre, être soumis à des essais physico-chimiques permettant de vérifier l'efficacité de la protection apportée au tube, à savoir :

- Vieillessement accéléré ;
- Action de produits corrosifs.

4. ESSAIS SUR ACIERS POUR BÉTON ARMÉ

Trois essais de traction et trois essais de flexion au moins devront être effectués par le fabricant sur chaque lot de 5 tonnes d'acier. Un certificat devra être fourni par le fabricant pour chaque essai.

En cas de doutes, Redal se réserve le droit de faire, à intervalles réguliers, des prélèvements d'échantillons pour procéder à certains essais de contrôle dans un laboratoire autre que celui du fabricant. Les essais seront alors à la charge de l'Entrepreneur.

5. ESSAIS SUR LES BÉTONS

Nature des essais et du contrôle

Les épreuves et le contrôle des qualités mécaniques des bétons portent sur la mesure de leurs résistances à la compression et à la traction. On distingue pour chaque béton :

- L'épreuve d'étude, pour déterminer la composition (à la charge de l'Entrepreneur) ;
- L'épreuve de convenance, pour vérifier sur chantier, au début des travaux, la convenance de la composition étudiée au laboratoire (à la charge de l'Entrepreneur) ;
- Les essais de contrôle, pour vérifier la régularité de la fabrication et s'assurer que la résistance nominale contractuelle est atteinte (à la charge de Redal).

Déroulement des essais

La résistance à la compression est mesurée par compression axiale de cylindres droits de révolution, de deux cents centimètres carrés de section et d'une hauteur double de leur diamètre. Les bases des cylindres-échantillons doivent être surfacées.

La résistance à la traction est mesurée par flexion circulaire d'échantillons prismatiques à base carrée et de longueur au moins égale à quatre fois le côté de la base. Le recours à d'autres types d'essais, tels que l'essai de traction direct ou l'essai de ferraillage d'un cylindre, peut être envisagé.

La résistance nominale d'un béton dont on possède des mesures de résistance en nombre suffisant, est définie comme la moyenne arithmétique de ces mesures diminuée des huit dixièmes de leur écart quadratique moyen.

PREPARATION DES EPROUVETTES

Les moules servant à préparer les échantillons sont fournis par l'Entrepreneur. Ils sont métalliques, démontables et comportent un fond et des parois. La tolérance sur chacune de leurs dimensions et de plus ou moins trois dixièmes de millimètre pour un moule en service.

PRELEVEMENT DES BETONS DE CHANTIER

Le béton constitutif des éprouvettes tests est prélevé suivant les ordres de Redal, aux instants et dans les conditions qu'il a fixés. Il recueille les échantillons soit à la sortie des machines de fabrication du béton, soit après transport de ce dernier au lieu même d'emploi.

CONFECTION ET CONSERVATION DES EPROUVETTES

Les éprouvettes seront confectionnées, marquées à la peinture au moment du démoulage et conservées conformément aux dispositions prévues dans les normes françaises : NFP 18.404, NFP 18.406 et NFP 18.407.

EFFECTIFS DES ECHANTILLONS D'EPREUVES ET NOMBRE D'ESSAIS DE CONTROLE

Au moins le tiers des éprouvettes est essayé à sept jours d'âge, le reste à vingt huit jours. Chaque prisme de traction doit être confectionné avec un béton provenant du même prélèvement que celui utilisé pour fabriquer un cylindre de compression. Le nombre des essais de traction doit être au moins égal à la moitié de celui des essais de compression. Le tableau ci-après fixe le nombre des éprouvettes à prélever de chaque échantillon et le rythme minimal des prélèvements :

Épreuves & Essais	Classe de Béton	Nombre d'éprouvettes pour essais de compression	Rythme des prélèvements
Épreuves d'études	Toutes classes	5 rompues à 7 jours 10 rompues à 28 jours	1 par classe de béton
Épreuves de convenance	Toutes classes	5 rompues à 7 jours 10 rompues à 28 jours	1 par classe de béton
Essais de contrôle	Bétons de qualité B1, B2, B3	3 rompues à 7 jours 6 rompues à 28 jours	1 pour 50 m ³ de béton avec minimum de 1 par ouvrage
	Bétons courants B4, B5	3 rompues à 7 jours 6 rompues à 28 jours	1 pour 200 m ³ de béton

Caractéristiques demandées

RESISTANCE A LA COMPRESSION

Les résistances à la compression minimales à 28 jours mesurées sur cylindres écrasés suivant les méthodes normalisées sont :

- 300 bars pour les bétons de classe B1
- 270 bars pour les bétons de classe B2
- 230 bars pour les bétons de classe B3
- 180 bars pour les bétons de classe B4
- 130 bars pour les bétons de classe B5

La valeur de la résistance à 7 jours, calculée dans les mêmes conditions que la résistance à 28 jours, ne doit pas être inférieure à 60 % de la valeur de cette dernière résistance.

RESISTANCE A LA TRACTION

Les résistances à la traction minimale à 28 jours mesurées sur éprouvettes suivant les normes définies dans les règles MAR 80 sont de :

- 24 bars pour les bétons de classe B1
- 22 bars pour les bétons de classe B2 à B5

La valeur de la résistance à 7 jours calculée dans les mêmes conditions que la résistance à 28 jours, ne sera pas inférieure en principe, à 78 % de la valeur de cette dernière résistance.

Conséquences nominales ressortant des épreuves et des essais

Redal fait prendre les mesures utiles lorsque les essais de résistance ne satisfont pas aux conditions ci-dessus.

En particulier, s'il apparaît lors des essais de contrôle, que la résistance à la compression de 28 jours est inférieure à celle exigible, il peut prescrire l'exécution d'essais non destructifs permettant l'appréciation de la résistance du béton de l'Ouvrage ou de la partie d'ouvrage en cause. Il lui appartient de juger si, compte tenu des résultats obtenus, de la destination de l'Ouvrage et de ses conditions de service, l'ouvrage peut être accepté, modifié, consolidé ou détruits et reconstruits.

Redal peut subordonner son acceptation de l'Ouvrage ou de la partie d'ouvrage en cause à une réduction sur le prix total (béton, coffrage, armatures) qu'il a à apprécier en fonction des résultats d'essais obtenus.

CONSISTANCE DU BETON FRAIS

La consistance du béton est déterminée par la méthode de l'affaissement au cône.

Les limites entre lesquelles doivent demeurer comprises les valeurs des affaissements mesurés sont soumises au visa de Redal avec l'étude des bétons.

Il est effectué au moins un essai de consistance au cône lors de la confection d'une éprouvette de compression ou de traction. En outre il est fait journallement au minimum deux essais.

6. ESSAIS SUR LES REMBLAIS

Avant commencement des travaux

Avant d'utiliser un quelconque matériau en remblai, l'Entrepreneur devra procéder à ses frais aux essais de convenance permettant de vérifier que le dit matériau est apte au remblai, et qu'il pourra être compacté selon les exigences de compaction indiqués par ailleurs dans ce CPS-T. Redal réalisera ensuite les essais de contrôle avant d'approuver le dit matériau.

En cours d'exécution des travaux

Redal fera réaliser à sa charge les essais de contrôle suivants (en principe un essai tous les 100 m3) :

- Mesure de compactage des remblais, du sol de plate-forme et des matériaux d'assise ;
- Analyse granulométrique des tout-venants et des stériles de carrière ;
- Mesure de l'équivalent de sable des tout-venants et des stériles de carrière ;
- Mesure de l'indice de plasticité des tout-venants et des stériles de carrière.

Le fait qu'Redal fasse réaliser ces essais n'interdit à l'Entrepreneur de réaliser ou de faire réaliser ses propres essais de contrôle. Cependant, les seuls résultats qu'Redal considérera comme valables sont ceux qu'il fera réaliser lui-même.

7. CONTRÔLE DES TRAVAUX DE RÉFECTION DE CHAUSSÉES

La vérification de la régularité de surfacage sera faite en appliquant à la surface dans le sens transversal et dans le sens longitudinal, une règle de 3 m de longueur. La flèche mesurée par rapport à la règle doit rester en tout point inférieure aux limites suivantes :

- Couche de fondation : 3 cm ;
- Couche de base : 1,5 cm.

Le coefficient viagraphique ne devra pas être supérieur à 15.

8. EPREUVES DES CONDUITES SOUS PRESSION

Les conduites, une fois en place, feront l'objet d'essais de pression par l'Entrepreneur, avec la présence OBLIGATOIRE de Redal. Les essais sont réalisés par tronçon, la longueur des tronçons étant soumis à l'approbation de Redal. La totalité du linéaire posé fera l'objet de ces essais.

Aucune réception ne sera pourra être prononcée en l'absence de résultats satisfaisants.

L'eau nécessaire au remplissage sera à la charge de l'Entrepreneur.

Les essais sont réalisés en principe avant remblai des fouilles, la stabilité des conduite étant assurée si nécessaire par des cavaliers laissant les joints à découvert pour éviter les déplacements de tuyaux dans le cas de conduites non auto-butées, sauf instructions contraires de Redal qui peut imposer pour des raisons de sécurité un remblaiement avant l'épreuve.

L'Entrepreneur exécutera les essais suivants :

- Les conduites munies de leurs accessoires seront essayées à la pompe hydraulique ;
- La Pression d'Epreuve est conforme au Fascicule 71 et est égale en principe à :

$$P_e = 1.5 \times PMS \text{ avec } PMS = \text{Pression Maximale de Service.}$$

En l'absence de calculs précis, on prendra :

$$PMS = 9 \text{ bars (6 bars + 3 bars de coup de bélier)}$$

APPAREILLAGE D'ESSAIS

Le dispositif de pompe pour l'exécution de l'épreuve en tranchée devra satisfaire aux conditions suivantes :

- Comporter un manomètre, étalonné au préalable par un organisme agréé (à la charge de l'Entrepreneur), permettant la connaissance de la pression d'épreuve avec une précision de 1 % ;
- Permettre de maintenir la pression d'épreuve dans la fourchette $[P_e - 0,2 \text{ bar} / P_e + 0,2 \text{ bar}]$;
- Comporter un dispositif enregistreur (disque) ;
- Permettre de connaître en fonction du temps le volume d'eau qu'il est nécessaire d'injecter dans la conduite pour maintenir la pression d'épreuve dans la fourchette indiquée ci-dessus.

Pour satisfaire à cette dernière condition, l'Entrepreneur prévoira un bac jaugé de capacité satisfaisante dans lequel la pompe aspirera l'eau nécessaire au maintien en pression de la conduite.

Toutes précautions devront être prises pour éviter l'évaporation de l'eau du bac ou l'apport extérieur d'eau.

DEROULEMENT DES ESSAIS

Préalablement à son remplissage chaque tronçon de conduite sera nettoyé, c'est à dire débarrassé des accumulations de terre, cailloux, débris et détritus divers. Les extrémités du tronçon à essayer devront avoir été convenablement butées, si nécessaire. La pompe de mise en pression sera placée au voisinage du point le plus bas du tronçon à éprouver. L'ensemble sera inspecté par Redal accompagné de l'Entrepreneur. L'essai ne pourra continuer que si cette inspection s'avère satisfaisante.

La mise en eau du tronçon à éprouver devra se faire à faible débit jusqu'à la purge complète de la conduite. La purge devant être effectuée au point le plus haut ;

Le maintien en pression de la conduite à une valeur égale à la pression d'épreuve en tranchée, sur une période de 4 (quatre) heures pour les conduites en béton précontraint et 30 (trente) minutes pour les conduites en PVC/PEHD.

À la fin de chaque essai, un procès-verbal sera élaboré et signé conjointement.

RESULTATS DES ESSAIS

Il ne devra être constaté aucune fuite ni suintement apparent le long des joints ou sur la paroi des tuyaux

Pendant la durée des essais, la diminution de pression ne doit pas excéder 0.2 bars pour les tuyaux en fonte, acier, PVC et PEHD et 0.4 bars pour les tuyaux en béton.

Cas des conduites en béton précontraint :

Il sera admis, une certaine absorption de l'eau par les parois qui ne devra pas dépasser les valeurs maxima exprimées ci-après en litres par mètre carré de paroi intérieure :

- Pendant la première demi-heure : 0,030 litres/m²
- Pendant la deuxième demi-heure : 0,020 litres/m²
- Pendant la troisième demi-heure : 0,015 litres/m²
- Pendant la quatrième demi-heure : 0,015 litres/m²
- Pour chaque demi-heure supplémentaire : 0,010 litres/m²

Les chiffres ci-dessus sont valables pour une pression d'épreuve P_e de 10 bars, mesurée au point le plus bas de la conduite. Si la pression d'épreuve P_e a une valeur différente, les valeurs d'absorption indiquées ci-dessus seront multipliées par le coefficient ($P_e / 10$ bars)

Lu et approuvé par le soumissionnaire

Cachet et signature du soumissionnaire



Le Directeur des Achats
Adil HAMDAN